

第四章實驗結果與分析

4.1 實驗流程說明

本研究進行的實驗共分三部份，第一部份實作本研究所提出的方法，並以研究人員所自行拍攝的實驗影片進行偵測，來分析實驗的數據。第二部份實作兩種其他文獻的方法來和本研究所提出的方法進行比較，以證明本研究所提出方法的優點。第三部份則以實際不同教學現場所拍攝的教學影片進行偵測，並探討本研究的實用性。

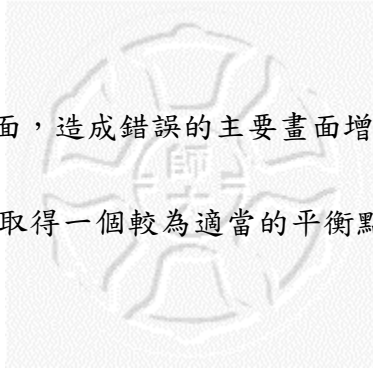
4.2 評估方式

本研究所使用的評估標準是採用絕大多數研究所採用的 Precision 值及 Recall 值，如下所示：

$$Precision = \frac{n_c}{n_c + n_f}$$

$$Recall = \frac{n_c}{n_c + n_m}$$

其中 n_c 值代表偵測結果中正確的主要畫面數目， n_f 值代表偵測結果中偵測錯誤的主要畫面數目， n_m 值代表偵測結果中未偵測到的主要畫面數目。這兩個值均介於 0~1 之間，兩者愈接近 1 代表偵測錯誤或未偵測到的主要畫面數目愈少，也就是效果愈好。Precision 值及 Recall 值在很多情況下是無法兩者兼顧的，一個方法若要求 Precision 值要高，表示要儘量提高正確率，這樣的情況下很容易造成門檻值提高，反而造成部份改變量較少的主要畫面未偵測到，也就造成 Recall 值降低；相反的，若方法要求 Recall 值要高，表示要儘可能找到全部的主要畫面，



這時就不能遺漏可能的畫面，造成錯誤的主要畫面增加，反而讓 Precision 值降低。如何在這兩個值中間取得一個較為適當的平衡點將是一個很重要的研究目標。

在本研究所定義的教學影片中，主要畫面為每一張不同的投影片內容，以教學的目的來看，若 Recall 值太低，有部份投影片內容未被偵測出，則可能造成使用者在進行複習時遺漏重要的學習片段，故在教學影片中應首重提高 Recall 值。而因為在教學影片中，屬於同一張投影片的畫面其實均大同小異，若有錯誤偵測出的多餘主要畫面，學習者可從畫面瀏覽時即發現其和前面雷同，並不會造成學習上的混淆，故 Precision 值在教學影片的重要性略低於 Recall 值。

4.3 實驗影片及實驗環境說明

本研究所使用的影片均為用數位攝影機架設於教室後方，並透過 IEEE 1394 介面所轉錄而成的 MPEGI/II 格式影片，每段影片的畫面速率約為每秒 30 張畫面，每張 I 畫面的間隔是 15 個畫面，約為 0.5 秒，每個畫面的大小為 352x240 個像素，影片中的教師均是以單槍 LCD 投影機配合電腦，播放以 Microsoft PowerPoint 製作的個人教學檔案，教學的內容則是透過投影機投射至教室前方白色布幕上。實驗影片為針對本研究所自行拍攝的 8 段影片，影片名稱以 teach_1~teach_8 表示，其中 teach_1~teach_5 為在關燈的環境下進行教學，每段投影片持續的時間也較短，teach_6~teach_8 為實際教學現場所錄製的教學影片。影片長度為 10 分~50 分不等。各影片第一個畫面如表 4.1 所示，影片詳細資料如表 4.2

所示。實驗所使用的平台中央處理器為 Intel Pentium IV 2.4GHz，記憶體為 512MB，作業系統為 Windows XP。

表 4.1 實驗用 8 段影片



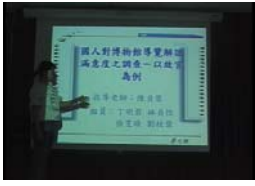
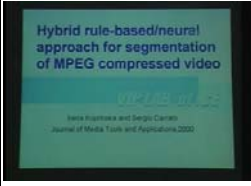

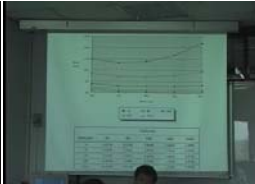
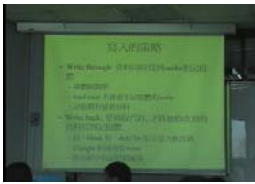

編號	teach_1	teach_2	teach_3	teach_4
畫面				
編號	teach_5	teach_6	teach_7	teach_8
畫面				

表 4.2 實驗影片詳細資料

影片名稱	總畫面數	正確主要畫面數	影片長度(分:秒)
teach_1	18264	16	10:09
teach_2	25200	20	14:00
teach_3	30791	19	17:12
teach_4	44714	19	24:51
teach_5	47190	21	26:14
teach_6	76220	44	42:23
teach_7	78528	47	43:40
teach_8	88296	41	49:06

4.4 實驗方法實作及數據說明

在本實驗中，將每張 YDC-image 畫面區分成大小相同的 4X4 個區塊，以外圍 10 個區塊組成外部區域，中間 6 個區塊組成內部區域，如圖 3.8 所示。並以內部區域及外部區域的平均像素值差異作為特徵值，而式 (5) 及式 (6) 中所需使用的三個門檻值 α 、 β 及 k 分別設為 2、1 及 5。 $k=5$ 表示每張投影片至少持續超過 5 張 I 畫面，也就是至少持續將近 3 秒鐘，這是一個合理的假設，在正常情況下，大部份的教學活動，很少有一張投影片只出現 1~2 秒就切換的情形發生。實驗數據如表 4.3 所示。

表 4.3 實驗影片偵測數據

影片名稱	正確主要畫面數	Ω_c	Ω_m	Ω_f	Recall%	Precision%	影片長度(分:秒)	處理時間(sec)
teach_1	16	16	0	1	100%	94%	10:09	41
teach_2	20	17	3	2	85%	89%	14:00	40
teach_3	19	19	0	4	100%	83%	17:12	52
teach_4	19	18	1	0	95%	100%	24:51	77
teach_5	21	19	2	0	90%	100%	26:14	108
teach_6	44	42	2	4	95%	91%	42:23	195
teach_7	47	45	2	1	96%	98%	43:40	139
teach_8	41	41	0	5	100%	89%	49:06	201
Total	227	217	10	17	96%	93%		

由表 4.3 可以發現，本研究所使用的判斷方法能得到平均 96% 的 recall 值，93% 的 Precision 值，顯示偵測效果非常良好，並且本方法所耗費的處理時間非常快速，約只需原始影片的 1/15 時間即可處理全部的偵測（此部份處理時間不含循序讀取視訊檔檔頭及前處理的時間，因不同的視訊解碼可能會有不同的前處理時間）。此部份的研究成果已於 2002 年發表於國際期刊[12]。

檢視表 4.3 其中的誤差比較大的影片 teach_2，其中遺漏的三張主要除了一張是因為內部區域和外部區域的差異並未超過預設門檻值 α 之外，另外兩張遺漏的部份如圖 4.1 所示，由於這兩組是本研究實驗過程中較多未能偵測到的主要畫面類型，因此以下將做詳細的探討。

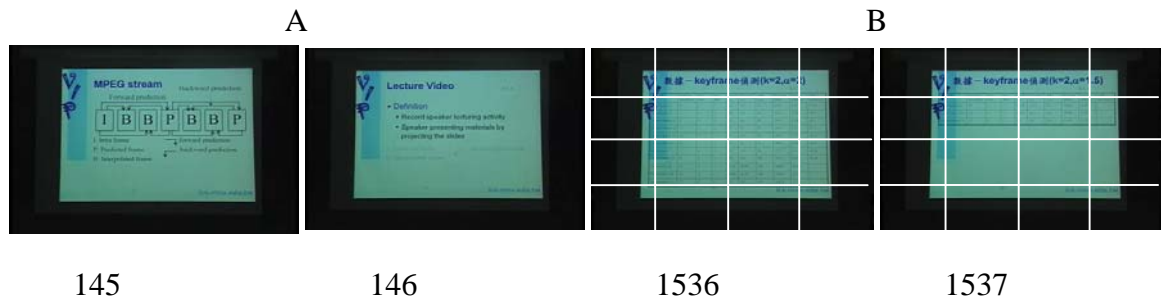


圖 4.1 影片 teach_2 未偵測出的兩組投影片切換。A 組中投影片切換發生於第 145 及 146 張 YDC-image 之間。B 組則是發生在第 1536 及 1537 張 YDC-image 之間

從圖 4.1 可以看出，雖然這兩組投影片切換所造成的改變大部份都在內部區域，但 A 組的實驗數據其實滿足式 (5)，但因為在第 139~144 張 YDC-image

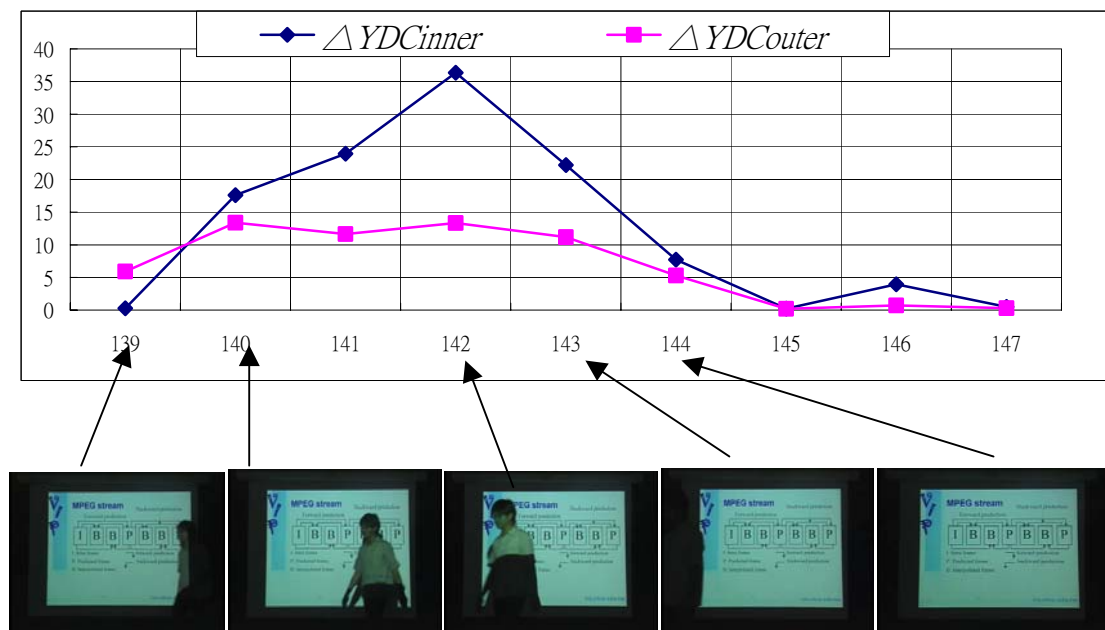
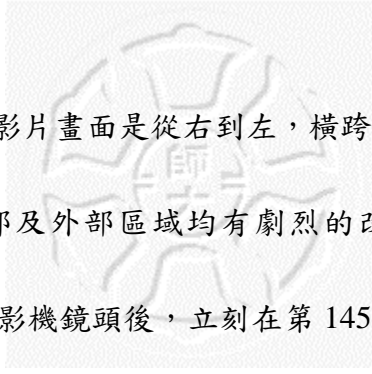


圖 4.2 影片 teach_2 在第 139~144 張 YDC-image 之間數據分布，教師從畫面右方移動至畫面左方



畫面間為講師快速出入投影片畫面是從右到左，橫跨整個影片畫面，如圖 4.2 所示，故這段時間造成內部及外部區域均有劇烈的改變，而教師在第 144 個 YDC-image 畫面一離開攝影機鏡頭後，立刻在第 145 個 YDC-image 畫面進行投影片切換，造成真正投影片內容發生切換時，所造成的內部區域改變量遠小於之前連續幾張畫面的內部區域改變量，故無法通過式(6)，造成第 146 張 YDC-image 成了遺漏的主要畫面。要避免這類的遺漏，必須要將式(6)中的 k 值變小，風險是可能造成錯誤的主要畫面數目增加，比較可行的改進方式可能是必須加入教師移動偵測，當確定時間軸上某一個區間為教師移動，且移動的範圍已經大到造成了內部區域也發生劇烈改變時，此時教師移動所造成的內部區域改變量就應該避免進入式(6)的計算。以式(6)來說，當已知在第 i 張 YDC-image 的前面 k 張 YDC-image 發生了上述情況，此時式(6)中的 $\Delta YDC_{inner}^{(i-k)\sim(i-1)}$ 就應以別的值取代(如另一個預設的門檻值)。

影片 teach_2 另一個遺漏的主要畫面如圖 4.2 的 B 組所示，因第 1536 張 YDC-image 到第 1537 張 YDC-image 為兩個不同表格的呈現，當轉成 YDC-image 時，如表格格線般的細微部份，事實上在取 DC 值時大部份細微處已被均化；而第 1536 張表格呈現範圍較大，跨越了內部及外部區域，故在圖 4.2 的 B 組其 ΔYDC_{inner}^i 是略小於 ΔYDC_{outer}^i 的。要解決這樣的問題可能必須重新定義內部區域及外部區域，可以在影片第一張畫面進行投影片內容區域的偵測，將整個投影片內容區域定義為內部區域，其餘部份定義為外部區域。但這樣在實作上會遇到很

大的問題，因為大部份的教學影片中，教師受限於投影布幕的大小，通常會站在投影片區域的兩邊內進行講解，若把整個布幕區均設為內部區域，則很可能會把教師站在布幕兩邊也視為內部區域發生變代，造成 ΔYDC_{inner}^i 大量增加，干擾到實際投影片切換的判斷，進而降低式 (5) 的判斷功效。

本論文中另外實作兩種方法，來和所提出的方法進行對照。第一種方法 (Method_1) 是實作研究[6]中的方法，將其用於本研究的 YDC-image，滑動視窗長度設為 6 張連續 YDC-image，並且不分內部區域及外部區域，而是使用連續兩張 YDC-image 整張畫面的 bin-to-bin 像素值差異總和作為特徵值。第二種方法 (Method_2) 則是以 YDC-image 的內部區域及外部區域的 histogram 差異值來作為特徵值，並以研究[1]中所提及的 χ^2 作為連續兩張 YDC-image 的差異值，以進行比較。整體的比較如表 4.4 及圖 4.3 所示。本研究所進行的實驗以 Method_P 表示之。

表 4.4 三種方法比較結果表

影片名稱	正確主要畫面數	Method_P					Method_1					Method_2				
		n_c	n_m	n_f	Recall	Precision	n_c	n_m	n_f	Recall	Precision	n_c	n_m	n_f	Recall	Precision
teach_1	16	16	0	1	100%	94%	10	6	10	63%	50%	12	4	8	75%	60%
teach_2	20	17	3	2	85%	89%	7	13	12	35%	37%	10	10	7	50%	59%
teach_3	19	19	0	4	100%	83%	13	6	9	68%	59%	12	7	6	63%	67%
teach_4	19	18	1	0	95%	100%	11	8	8	58%	58%	8	11	5	42%	62%
teach_5	21	19	2	0	90%	100%	9	12	10	43%	47%	13	8	4	62%	76%
teach_6	44	42	2	4	95%	91%	32	12	15	73%	68%	34	10	11	77%	76%
teach_7	47	45	2	1	96%	98%	35	12	13	74%	73%	37	10	8	79%	82%
teach_8	41	41	0	5	100%	89%	31	10	11	76%	74%	39	2	7	95%	85%
總和	227	217	10	17	96%	93%	148	79	88	61%	58%	165	62	56	68%	71%

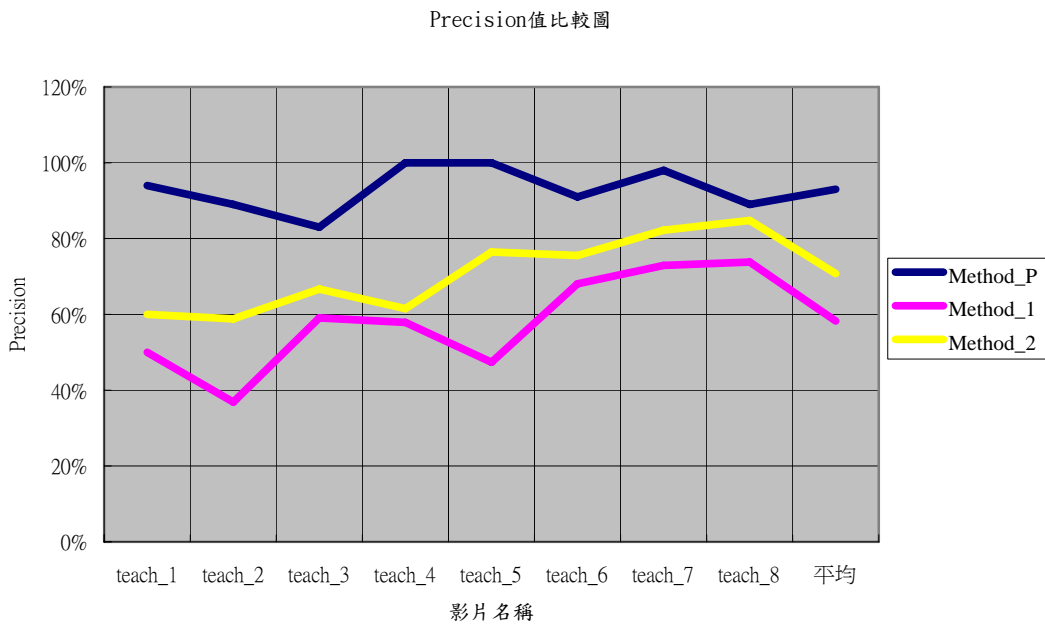
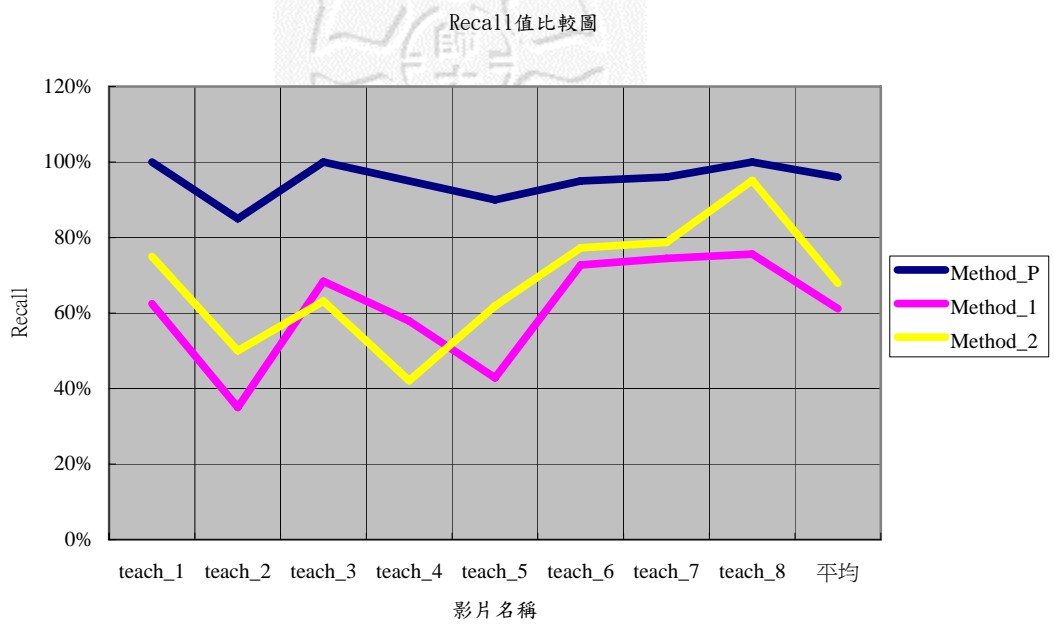
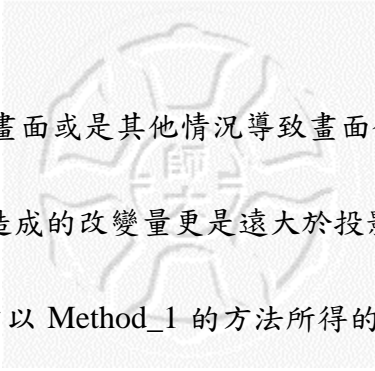


圖 4.3 三種方法比較圖，上圖為 Recall 值比較圖，下圖為 Precision 比較圖

由表 4.4 及圖 4.3 可以得知，本研究所提出的方法在不管是在 Recall 值或 Precision 值均比其他兩種方法來得有效。在 Method_1 的方法中，由於並沒有分內部及外部區域，雖然能偵測出投影片切換時，畫面有明顯改變的時間點，但是



一旦遇到教師進入投影片畫面或是其他情況導致畫面發生改變時，就會發生誤判的情況，因為教師移動所造成的改變量更是遠大於投影片的畫面改變，因此從圖 4.3 可以看出，三種方法中以 Method_1 的方法所得的 precision 值最低，表示此種全域判斷方法應用在教學影片上錯誤率太高。

另外在 Method_2 的方法中雖然是有區分成內部及外部區域，但是因為 YDC-image 的特性，原始畫面的細節處已不復見，在這樣粗略的畫面下，若又要以 histogram 進行比較，則如同是把已經均化過的部份再進行一次均化，如此一來有些原本不同的區塊就會被歸類成相同，容易遺漏一些重要的主要畫面，反而減低了 Recall 值，從圖 4.3 可以看出，Method_2 的 recall 值有些影片甚至比 Method_1 還要低，因此 histogram 的判斷方法並不適用於已經簡化後的特徵值。

4.5 實際教學現場錄製影片偵測結果及分析

在本節中，我們將以在臺灣師範大學各合作學系所拍攝的課程教學影片為實驗對象，說明本研究所提出的偵測方法實用性。

本研究採用 93~95 年間和本研究合作的課程為實驗對象，定期於課堂上以數位攝影機錄製整節課影片，並於事後以 IEEE 1394 介面轉錄成 MPEGI/II 格式影片，選取影片的原則是以課堂全程均以單槍投影機，配合事先製作好的教學投影片檔案（以 Microsoft PowerPoint 軟體製作）進行教學，符合本研究第 2 章所定義的教學影片定義，且沒有下列情形：

- (1)教學過程中有其他方式教學活動，如分組討論或學生上臺報告



(2)教學過程中中斷使用投影片，將布幕升起，使用到黑板或白板等其他教學媒材。

(3)教學過程發生突發狀況，造成教學中斷。

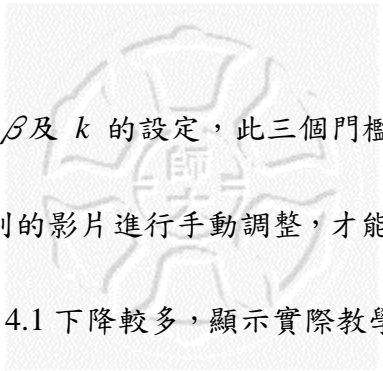
(4)錄影過程因人為因素造成攝影機錄影中斷。

總共選出 7 大科，共 53 段影片，每段影片均約 45~50 分鐘，每段影片的總畫面數約在 50000~90000 之間，表 4.5 為各組影片相關資訊及採用本論文所提出的方法所測得的實驗資料。其中科別 1~4 所使用的 α 、 β 及 k 分別為 2、1 及 5，科別 5~6 所使用的 α 、 β 及 k 分別為 1.5、1 及 5。科別 7 所使用的 α 、 β 及 k 分別為 2、1.5 及 5。

表 4.5 實際教學影片實驗數據

科別 編號	影片 數目	偵測正確 總數 $total\ n_c$	未偵測總數 $total\ n_m$	偵測正確總 數 $total\ n_f$	實際正確總 數 $total\ n_r$	Average Recall%	Average Precision%
1	13	519	40	36	523	92.13%	93.56%
2	8	239	21	26	234	90.19%	89.77%
3	2	42	3	9	36	91.88%	79.09%
4	5	98	8	7	99	93.14%	92.65%
5	14	232	18	26	224	91.41%	88.49%
6	4	144	19	23	140	87.00%	87.65%
7	9	129	11	21	119	92.33%	84.96%
合計	53	1403	120	148	1375	91.15%	88.02%

由表 4.5 可以看出， Recall 及 Precision 分別得到平均 **91.15%** 及 **88.02%** 的數值，雖然和表 4.1 相比有一段差距，但因所處理的影片全為不同的實際教學場所拍攝的教學影片，雖然已經排除一些有特殊情況或不符合本研究所定義的教學影片，但還是存在多項問題尚待克服，故本研究所提出的方法在實際教學環境所拍攝的教學影片中進行偵測，實已算是不錯的效果。首要克服的問題即為式(5)



及式(6)中三個門檻值 α 、 β 及 k 的設定，此三個門檻值應以動態調整的方式設定，而非實驗中依不同科別影片進行手動調整，才能符合實用性。探討表 4.5，可以發現 Precision 值較表 4.1 下降較多，顯示實際教學環境的教學影片，以本論文所提出的方法進行偵測，仍存在錯誤偵測率較高的情況。在深入檢視表 4.5 所使用的教學影片，再對照本研究對教學影片的定義，我們歸納出三點造成錯誤主要畫面增多到情況存在於大多數的實際教學影片中，分述如下：

(1) 教師並未按照投影片播放順序授課：

在實際的教學現場，雖然教師大多會先行依講課順序製作好投影片，再依序播放，進行講解，但很多時候，教師可能會為了強調某一段內容，或者是為了對照某一個觀念，再跳回某一段之前講解過的投影片，以進行複習，而為了跳回之前的投影片，就必須進行搜尋投影片的動作，此動作將影響主要畫面的判斷。共有以下三種情形：

a. 若是以快速的跳頁略過方式進行，因為快速的切換將造成連續畫面的巨量改變，則本研究所使用的式 (6) 即可去除這方面無意義的切換。

b. 若是教師並未記住所要找的位置，而是要一張張投影片前前後後，反反覆覆的切換並確認，就會造成較多不必要的錯誤主要畫面出現。

c. 若是教師利用簡報播放軟體所提供的工具進行瀏覽，則因為這類工具在螢幕上採彈跳式視窗出現，而彈跳式視窗出現時，內部區域所受到的畫面改變量最大，因此增加了式 (5) 成立的機率，造成錯誤偵測的增加。

(2) 投影片顯示比例調整影響偵測：

有時教師為了方便任意切換投影片，將投影片畫面留在目錄畫面，如圖 4.4 左方圖所示，畫面的左方有一連串較小的投影片縮圖，畫面右方較大的區域為實際投影片內容，而圖 4.4 右方則為同一張投影片以全螢幕方式播放，圖 4.4 左右兩張圖為兩張連續的畫面，從左邊切換到右邊在本例中被偵測為投影片切換。但講師切換顯示的方式及比例，雖然屬於同一張內容的投影片，但卻造成了強烈的畫面改變，也很容易造成誤判的情形發生。

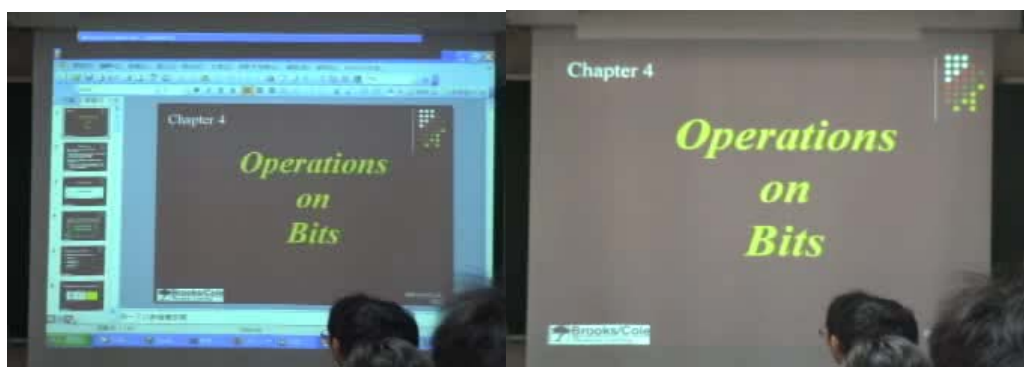


圖 4.4 投影片顯示比例切換，造成了系統誤判

(3) 投影片切換使用動畫方式：

在很多教學活動中，講師為了要讓上課過程較不枯燥，或是為了組織教學內容，讓同一張內容文字不同時出現，而是依先後順序播出。而現在的簡報軟體均有提供動畫切換功能，當投影片使用了動畫切換，教學影片的偵測就變成了不是單純偵測切換時間點，而是要定位出「投影片切換區間」，目前本研究所提出的方法尚無法處理這個部份，故在實驗影片中若有這樣的情況會出現較多的錯誤主要畫面。